

자동차 도어 래치 성형용 파인 블랭킹 금형의 다이 챔퍼 형상에 따른 다이 롤 크기 변화에 대한 연구

김종덕^{1*}, 김흥규¹

¹한국생산기술연구원 금형성형연구그룹

A study on the change of die roll size by the shape of die chamfer in fine blanking die for automobile door latch

Jong Deok Kim^{1*} and Heung Kyu Kim¹

¹Molding & Forming Technology R&D Department, KITECHI

요약 본 연구는 파인 블랭킹(fine blanking) 프레스로부터 기능면으로 사용되는 100% 매끄러운 전단면을 얻는 파인 블랭킹 공정에서 다이 롤(die roll) 크기를 최소화하기 위한 목적으로 실험을 통해 다이 챔퍼(die chamfer) 형상에 따라 성형되는 제품의 다이 롤 크기 변화를 검토한 것이다. 다이 챔퍼가 다른 여러 가지 다이 편(die insert)을 제작하여 파인 블랭킹 실험을 실시한 후 다이 챔퍼 형상에 따른 다이 롤 크기를 측정 분석하여 두께 방향 다이 롤 크기의 경향을 파악하였다. 이 연구 결과는 파인 블랭킹 판재 성형에서 두께 방향 다이 롤 크기를 최소화하기 위한 다이 챔퍼 설계에 유용하게 적용될 것으로 판단된다.

Abstract There is always die roll in fine blanking parts which is able to have 100% clean shear surface. In this paper the change of die roll size was studied by fine blanking tryout in order to minimize die roll size. Various die inserts with different die chamfer were machined, fine blanking die was manufactured and tested. The die roll sizes of fine blanking samples were measured and the tendency of thickness directional die roll size was comprehended. This result will be used on the design of die chamfer in order to minimize thickness directional die roll size of fine blanking parts

Key Words : Fine blanking, Die roll, Die chamfer, Die insert, Punch

1. 서론

파인 블랭킹(이하 FB)은 1 회의 블랭킹에서 제품의 전체 두께에 걸쳐 필요로 하는 고운 전단면과 양호한 제품 정밀도를 얻는 프레스 가공 공정으로 더 이상의 기계 가공이 필요 없다. 일반적으로 FB 기술이 적용되는 제품은 사용 목적상 일반 프레스에서 블랭킹 가공할 경우 후속 공정이 많아져 경제성이 없기 때문에 후판 제품(두께 0.5 - 20mm)에 많이 적용되고 있다. 따라서 FB 제품은 주로 자동차의 기능 부품, 전기전자 구조 부품, 일반 기계요소 등과 같이 제품의 정밀도와 절단면의 품질이 동시에 요

구되는 후판 제품에 적용된다. FB 제품은 그림 1과 같이 전단 과정이 3 단의 복합 운동 프레스에서 재료를 완전히 클램핑한 상태에서 전단하고 특히 편치와 다이 사이의 간극(clearance)이 제품 두께의 약 0.5%를 유지하므로 전체 두께의 절단면에 걸쳐 매끄러운 전단면을 얻을 수 있으며, 표면 거칠기는 재료의 두께에 따라 일반 기계 가공에서 얻을 수 있는 Ra 0.4 -16 μm 가 얻어진다[1].

FB 제품은 주로 절단면을 기능면으로 사용하기 때문에 전단면의 품질이 매우 중요하다. 그 중 힘을 전달하는 기어와 같은 제품의 두께 방향 다이 롤[3] 크기(그림 2 참조: h)가 크면 구조적 결함으로 대두될 수 있기 때문에

본 논문은 지식경제부의 자동차 핵심 부품 생산 기반 공정 플랫폼 기술 개발 사업(과제번호 : 10-FM-2-0038)의 연구 과제로 수행되었음.

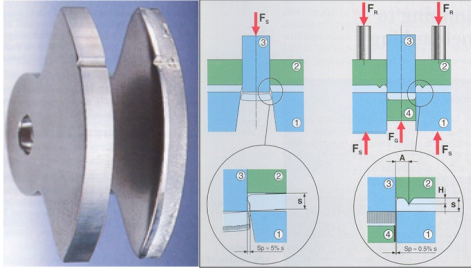
*교신저자 : 김종덕(jdk@kitech.re.kr)

접수일 11년 01월 03일

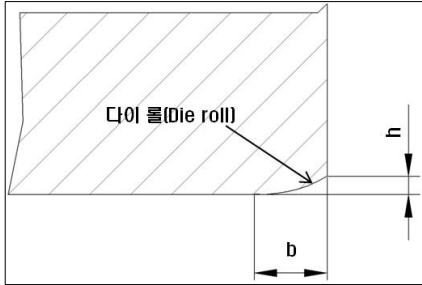
수정일 (1차 11년 02월 08일, 2차 11년 02월 09일)

게재확정일 11년 02월 10일

FB에서 두께 방향 다이 롤 크기의 예측은 매우 중요하다. 본 연구에서는 자동차 도어 래치 성형을 위한 FB 공정에서 두께 방향 다이 롤 크기를 최소화하기 위한 목적으로 실험적 방법을 통해 다이 챔퍼 형상에 따라 성형되는 제품의 두께 방향 다이 롤 크기 변화를 검토하였다.



[그림 1] FB의 원리와 일반 blanking과의 비교[2].



[그림 2] FB 제품의 다이 롤과 두께 방향 다이 롤 크기(h)

2. 도어 래치 성형용 FB 금형 제작

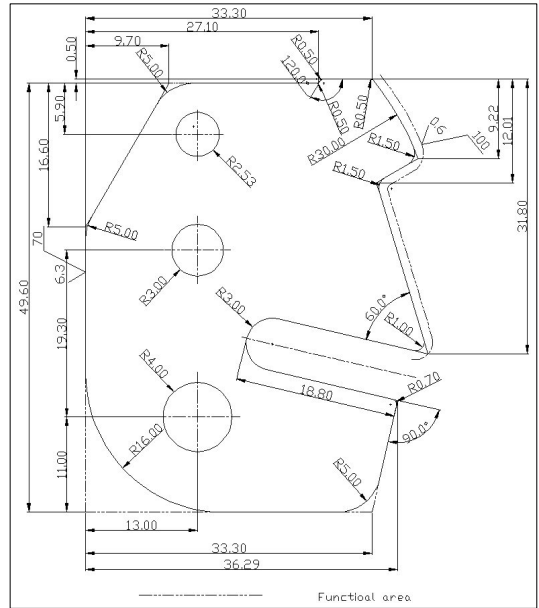
2.1 도어 래치 FB 제품 설계

도어 래치(door latch)를 FB 성형하기 위해 재료 시험을 통해 재료 특성(S20C, 인장강도 457MPa, 항복강도 : 310MPa, 연신율 38%)을 파악하였으며 FB 가능토록 그림 3과 같이 설계하였으며 코너 반경이 0.5mm로 고난도 FB 성형 제품으로 판단되었다.

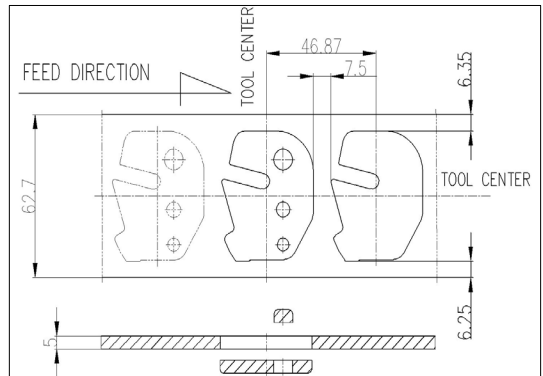
2.2 도어 래치 성형용 FB 금형 설계 제작

2.2.1 스트립 레이아웃 설계

안전하게 FB 성형 가능토록 제품과 제품 사이를 제품 두께의 1.5배로 설정되었고 스트립 측면에서부터 제품 사이의 거리를 제품 두께의 1.25 배로 설정^[1]하여 그림 4와 같이 피치 46.87mm, 재료 폭 62.7mm로 설계하였다.



[그림 3] 도어 래치 FB 제품



[그림 4] 도어 래치 성형용 FB 금형의 레이아웃

2.2.2 힘의 계산 및 FB 프레스 선정

힘을 계산한 결과 전단력 58.13ton, V-링 힘 25.23ton, 카운터 힘 10.56ton으로 88.60 ton 이상의 FB 프레스에서 성형 가능하여 650ton 유압 FB 프레스에서 실험하였다.

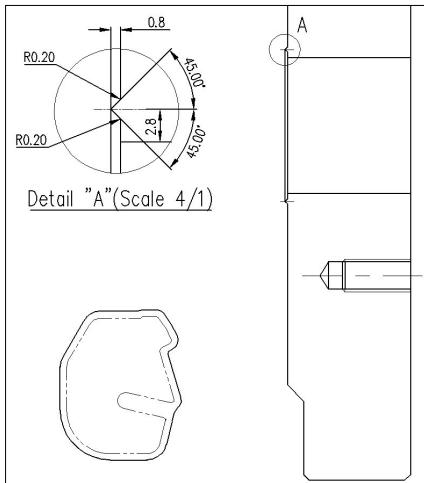
2.2.3 다이와 펀치의 간극 설계

일반적으로 외측형상의 간극은 재료두께의 0.5%^[2]로 설정되나 본 연구에서는 외측형상은 0.02mm, 내측형상은 0.025mm 로 설계하였다.

2.2.4 V-링 설계

FB 성형에서는 재료를 클램핑한 상태에서 전단하기

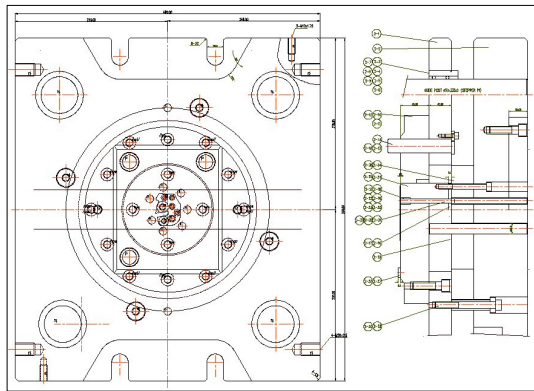
때문에 단단한 재료 클램핑을 위하여 FB 금형에 V-링을 설치한다[1]. 재료 두께 5mm인 경우 다이 플레이트와 가이드 플레이트 양 쪽에 V-링을 설치^[4]하는 것이 원칙이나 가공비 절감을 위해 그림 5와 같이 D 2.8mm, h 0.8mm, r 0.2mm로 설계하였으며 slot 부위는 내측 형상으로 취급되어 반경 2mm의 외측에 V-링을 설정하였다.



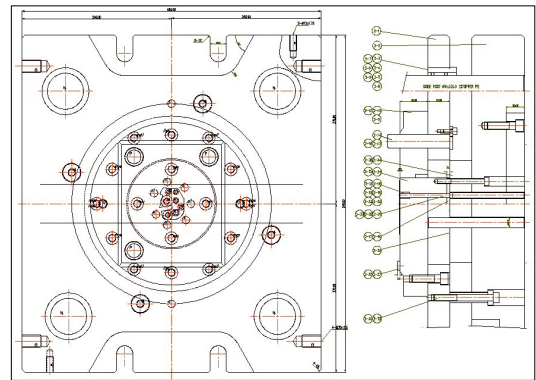
[그림 5] V-링 설계

2.2.5 FB 금형 조립

FB 금형 조립도(그림 6, 그림 7)에 따라 금형이 조립되었다.



[그림 6] 도어 래치 성형용 FB 금형 조립도(상형)



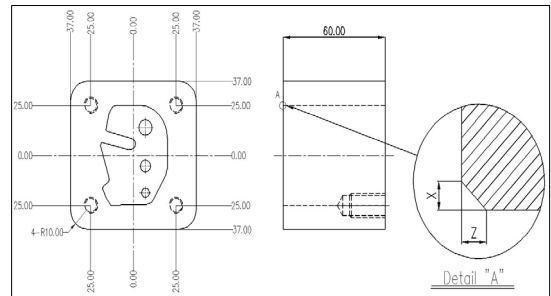
[그림 7] 도어 래치 성형용 FB 금형 조립도(하형)

2.2.6 다이 롤 특성 평가를 위한 다이 편 제작

일반적으로 FB 금형에서 편치의 가압에 의하여 재료가 다이 속으로 원활하게 유동할 수 있도록 다이 상측에 챔퍼(chamfer)를 가공하며 이를 다이 챔퍼(die chamfer)라 한다. 다이 챔퍼 형상에 따른 다이 롤 크기를 파악하기 위해 표 1과 같이 여러 가지 다이 챔퍼 형상을 가지는 다이 편(die insert)을 그림 8과 같이 설계 제작하였다.

[표 1] 다이 편 của 다이 챔퍼 형상

x(mm)	0.05	0.1	0.15	0.2
z(mm)	0.05	0.1	0.15	0.2



[그림 8] 다이 편 설계 제작

3. FB 실험 및 다이롤 측정

3.1 FB 실험 조건

650ton FB 프레스를 실험에 사용되었으며 전단력 250ton, V-링 힘 60ton, 카운터 힘 20ton으로 성형 조건을 설정하였으며 전단 속도는 18mm/sec로 설정하였다.

3.2 FB 실험 방법 및 결과

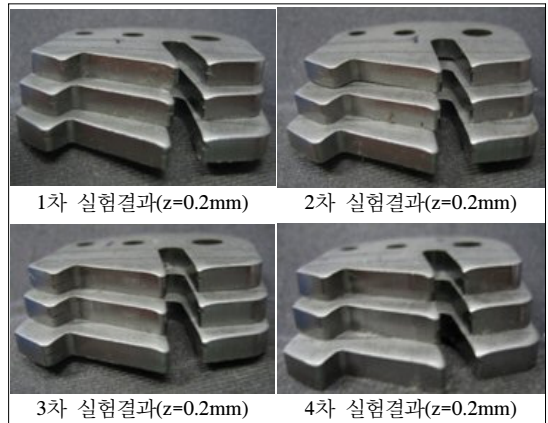
그림 9과 같이 FB 프레스에 금형을 세팅하고 표 2와 같이 다이 챔퍼가 서로 다른 다이 인서트를 바꾸어 가면서 순차적으로 FB 실험을 실시하였다. 다이 챔퍼의 x값을 0.05mm로 동일하게 가공하고, z값을 0.05mm, 0.1mm, 0.15mm, 0.2mm로 가공된 4 개의 다이 편을 교환하며 1차 실험을 4회 실시하였으며, 2차 실험을 위하여 다이 챔퍼의 x값을 0.1mm로 동일하게 하고 z값을 0.05mm, 0.1mm, 0.15mm, 0.2mm로 다이 편을 재가공한 후 다이 편을 교환하며 2차 실험을 4회 실시하였다. 같은 방법으로 3차 실험에서는 다이 챔퍼의 x값을 0.15mm로, z값을 0.05mm, 0.1mm, 0.15mm, 0.2mm로 재가공된 다이 편을 사용하였으며 4차 실험에서는 다이 챔퍼의 x값을 0.2mm로, z값을 0.05mm, 0.1mm, 0.15mm, 0.2mm로 재가공된 다이 편을 사용하였다. 실험 결과 취출한 성형품 사진을 그림 10에 제시하였다.

[표 2] 실험 순서

순서	다이 챔퍼의 x 값(mm)	다이 챔퍼의 z 값(mm)			
		0.05	0.10	0.15	0.20
1차	0.05	0.05	0.10	0.15	0.20
2차	0.10	0.05	0.10	0.15	0.20
3차	0.15	0.05	0.10	0.15	0.20
4차	0.20	0.05	0.10	0.15	0.20



[그림 9] FB 프레스에 금형 세팅

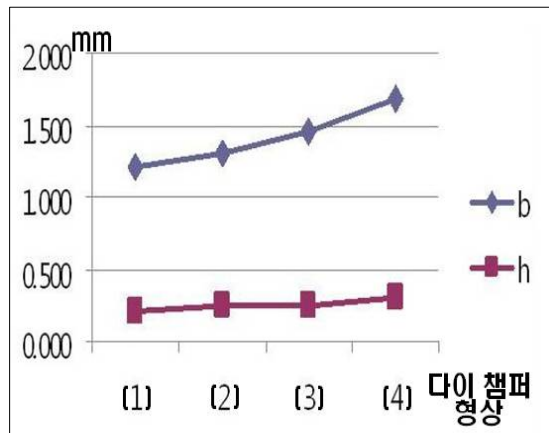


[그림 10] FB 성형품

3.3 다이 를 측정

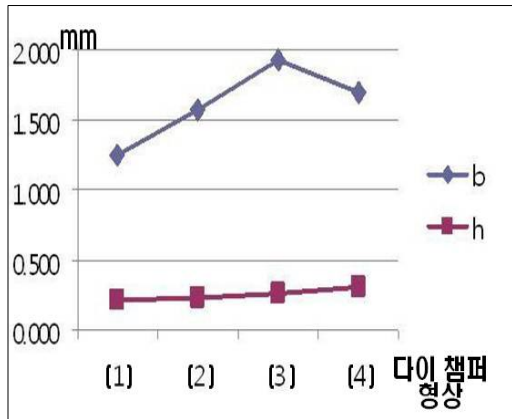
독일 Mahr 사 프로파일 형상측정기(Pethometer/ PCV)를 이용하여 FB 실험에서 제작된 성형품 3개를 측정하여 평균값을 그림 11에서 그림14까지 제시하였다.

구분	다이 챔퍼 형상[x(mm) x z(mm)]			
	0.05x0.05 (1)	0.05x0.1 (2)	0.05x0.15 (3)	0.05x0.2 (4)
다이 롤 크기(b) 측정값(mm)	1.207	1.305	1.447	1.679
다이 롤 크기(h) 측정값(mm)	0.209	0.238	0.249	0.304



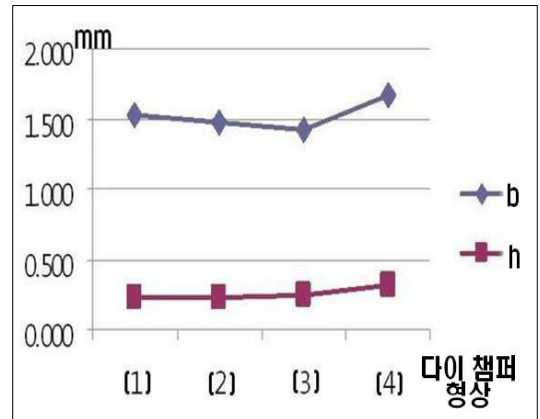
[그림 11] x 값이 0.05mm일 때 다이 롤 크기

구분	다이 챔퍼 형상[x(mm) x z(mm)]			
	0.1x0.05 (1)	0.1x0.1 (2)	0.1x0.15 (3)	0.1x0.2 (4)
다이 롤 크기(b) 측정값(mm)	1.254	1.567	1.930	1.691
다이 롤 크기(h) 측정값(mm)	0.213	0.229	0.256	0.313



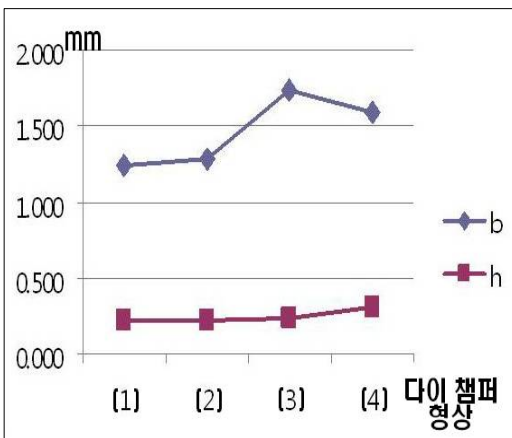
[그림 12] x 값이 0.1mm일 때 다이 롤 크기

구분	다이 챔퍼 형상[x(mm) x z(mm)]			
	0.2x0.05 (1)	0.2x0.1 (2)	0.2x0.15 (3)	0.2x0.2 (4)
다이 롤 크기(b) 측정값(mm)	1.524	1.474	1.424	1.673
다이 롤 크기(h) 측정값(mm)	0.232	0.228	0.239	0.316



[그림 14] x 값이 0.2mm일 때 다이 롤 크기

구분	다이 챔퍼 형상[x(mm) x z(mm)]			
	0.15x0.05 (1)	0.15x0.1 (2)	0.15x0.15 (3)	0.15x0.2 (4)
다이 롤 크기(b) 측정값(mm)	1.238	1.286	1.732	1.587
다이 롤 크기(h) 측정값(mm)	0.214	0.221	0.239	0.302



[그림 13] x 값이 0.15mm일 때 다이 롤 크기

4. 결론

다이 편 의 다이 챔퍼 형상에 따라 두께 방향 다이 롤 크기가 다르게 나타났다. 즉 다이 챔퍼의 x 값이 일정할 때 다이 챔퍼의 z 값이 증가함에 따라 두께 방향 다이 롤 크기(h)도 증가한다는 결론을 얻을 수 있었다. 상기 결과와 V-링 설치 위치를 조합하면 기어와 같은 동력 전달 부품의 다이 롤 크기를 최소화시킬 수 있을 것이라 판단된다. 다이 롤 크기가 작아지면 보다 더 얇은 FB 재료를 사용할 수 있어 재료비 절감 효과를 얻을 수 있어 향후 연구되어야 할 과제라고 생각된다.

참고문헌

- [1] KAITECH, "Introduction into the technology fine blanking tools", pp8-82, 1991.
- [2] Franzer Birzer, "Forming and Fine-blanking", pp. 7-14, 1998.
- [3] Taylan Altan, "Metal Forming Handbook", pp. 330-365, 1998.
- [4] Altanu Muhoty, Franz Birzer, Peter Hoefel, Helmut Singer, Kurt Lange, "Cold forming and Fine

blanking" pp141-165, 1997.

김 종 덕(Jong Deok Kim)

[정회원]



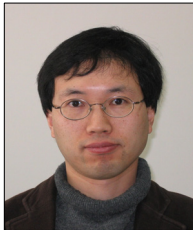
- 1981년 2월 : 서울대학교 기계공학과(학사)
- 1982년 3월 : 한국기계연구원(연구원)
- 1989년 10월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원(수석연구원)

<관심분야>

Micro 금형 및 성형 기술, Rapid Tooling 기술, Fine Blanking 금형 및 판재 성형 기술

김 흥 규(Heung Kyu Kim)

[정회원]



- 1994년 2월 : 서울대학교 기계설계학과(학사)
- 2001년 8월 : 서울대학교 기계항공학부(박사)
- 2003년 4월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원(수석연구원)

<관심분야>

Micro 금형/성형기술, 경량/난성형재 금형/성형기술